

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-278495

(P2004-278495A)

(43) 公開日 平成16年10月7日(2004.10.7)

(51) Int.Cl.⁷

F04B 43/12

A61M 1/36

F04B 9/00

F1

F04B 43/12

F04B 43/12

F04B 43/12

A61M 1/36

F04B 9/00

C

A

N

565

B

テーマコード(参考)

3H075

3H077

4C077

審査請求 未請求 請求項の数 10 O.L. (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2003-74955 (P2003-74955)

(22) 出願日

平成15年3月19日(2003.3.19)

(71) 出願人 501103000

株式会社テクノネットワーク四国

香川県高松市丸の内2番5号

(72) 発明者 郭 香祥

香川県高松市林町2217-20香川大学

工学部内

Fターム(参考) 3H075 AA00 BB00 CC05 CC11 CC30

CC36 DA05 DA06 DB01 DB05

DB22

3H077 AA00 AA08 BB00 BB10 CC04

DD12 EE05 EE15 EE29 EE30

FF08 FF10 FF12 FF22 FF37

4C077 AA08 DD05 EE02

(54) 【発明の名称】 チューブポンプ

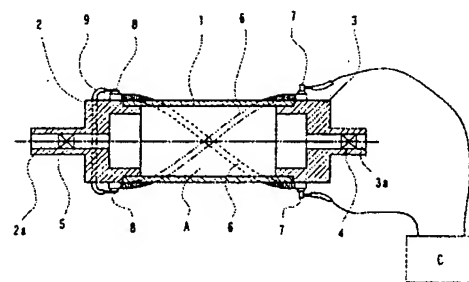
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】構造簡単でコンパクト化でき、低コストで製作できるチューブポンプを提供する。

【解決手段】弾性体からなるチューブ1を「ねじり」「ほどき」駆動(変形)するアクチュエータとして、その両端に加熱通電用の電極7、7、8、8を備え、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するように形成した形状記憶合金性のコイルバネ6、6を用いた。そして、このコイルバネ6、6を、その長さ寸法変化がチューブ1に「ねじり」「ほどき」変形を生じさせるよう、チューブ1に螺旋状に巻回した。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸入用弁手段と送出用弁手段とを接続した弾性体からなるチューブを、アクチュエータにより「ねじり」「ほどき」変形することでチューブの内容積を変化させ、当該チューブに吸入用弁手段を通じて流体を吸入ならびに送出用弁手段を通じて流体を送出させるようにしたチューブポンプであって、前記アクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねであってその長さ寸法変化がチューブに「ねじり」「ほどき」変形を生じさせるよう当該チューブの長手方向に離隔した両端部間の外周に螺旋状に巻回した紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極をもって構成したことを特徴とするチューブポンプ。

【請求項2】

前記紐状ばねは、その一端をチューブの一端側にその他端をチューブの他端側に連結されてチューブの長さ方向の略全域に連続的に螺旋状に巻回されていることを特徴とする請求項1記載のチューブポンプ。

【請求項3】

前記チューブは、その一端側が軸受手段を介して支持棒に回転可能に支持され他端側が回転固定手段を介して支持棒に回転不能に支持されており、前記軸受手段は、チューブの一端側に同心的に結合した軸と、この軸を回転自在に支持する支持棒に配置された支承部をもって構成されていることを特徴とする請求項2記載のチューブポンプ。

【請求項4】

前記支持棒が、チューブを同心的に収容する筒状に構成されていることを特徴とする請求項3記載のチューブポンプ。

【請求項5】

前記軸受手段における軸が、これを回転自在に支持する支承部材を貫通し且つこの貫通部にチューブ内に通じる流体通路を具備しており、チューブの他端側を回転不能に支持する回転固定手段が、チューブ内に通じる流体通路を具備しており、吸入用弁手段および送出用弁手段が、これら各流体通路にそれぞれ介装されていることを特徴とする請求項3または4記載のチューブポンプ。

【請求項6】

前記チューブは、その長さ方向中間点外側に紐状ばねの途中を止着する止着部が配置されており、紐状ばねは、その一端をチューブの一端側に連結され、そこから前記止着部まで連続的に螺旋状に巻回され、止着部に止着された後、チューブの他端側に向かって逆方向に連続的に螺旋状に巻回されてチューブの他端側に連結されており、チューブは、その一端側および他端側が、それぞれチューブ内に連通する流体通路を有する硬質部材を介して支持棒に取り付けられており、吸入用弁手段および流出用弁手段がこれら流体通路側にそれぞれ配置されていることを特徴とする請求項1記載のチューブポンプ。

【請求項7】

前記支持棒が、チューブを同心的に収容する筒状に構成されていることを特徴とする7記載のチューブポンプ。

【請求項8】

吸入用弁手段と送出用弁手段とを接続した弾性体からなるチューブを、アクチュエータにより「ねじり」「ほどき」変形することでチューブの内容積を変化させ、当該チューブに吸入用弁手段を通じて流体を吸入ならびに送出用弁手段を通じて流体を送出させるようにしたチューブポンプであって、チューブは、その一端側が軸受手段を介して支持棒に回転可能に支持され他端側が回転固定手段を介して支持棒に回転不能に支持されており、前記軸受手段は、チューブの一端側に同心的に取り付けられた軸と、この軸を回転自在に支持する支持棒に配置された支承部をもって構成すると共に、前記アクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねであってその長さ寸法変化が前記チューブに「ねじり」「ほどき」変形を生じさせるよう、一端を前記軸または当該軸近傍のチューブ部分に止着し、他端を支持棒に止着して、軸または当該

軸近傍のチューブ一端部に螺旋状に巻回した紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極をもって構成したことを特徴とするチューブポンプ。

【請求項9】

前記支持棒が、チューブを同心的に収容する筒状に構成されていることを特徴とする請求項8記載のチューブポンプ。

【請求項10】

前記軸受手段における軸が、これを回転自在に支持する支承部材を貫通し且つこの貫通部にチューブ内に通じる流体通路を具備しており、チューブの他端側を回転不能に支持する回転固定手段が、チューブ内に通じる流体通路を具備しており、吸入用弁手段および送出用弁手段が、これら各流体通路にそれぞれ介装されていることを特徴とする請求項8または9記載のチューブポンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、弾性体からなるチューブの「ねじり」「ほどき」変形に伴うチューブ内容積の変化を利用して流体を送出するチューブポンプに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種のチューブポンプは、チューブをローラ等で外部から押し潰すことによる内容積変化を利用するタイプのチューブポンプ（特開平8-49657号公報、特開平6-317256号公報）、あるいは、シリンジポンプ（特開平10-184534号公報）に比較して、構造が簡単で低コスト、長寿命という利点を持つものとして、特開2001-82343号公報（特許文献1）にその一例が開示されている。

【0003】

【特許文献1】

特開平10-184534号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特開平2001-82343号公報（特許文献1）に開示されたチューブポンプは、チューブを「ねじり」「ほどき」駆動するアクチュエータとして、チューブの一端部に配置した軸（回転軸）を捻転駆動するステッピングモータ、ロータリソレノイド、あるいは、羽根車等を用いるものであるため、なお、アクチュエータ部分の構造が複雑であり高コストになるという問題がある。

【0006】

また、このようなアクチュエータの使用は、チューブの一端部に配置した軸（回転軸）を、ステッピングモータ等の回転軸そのものとして共用するにしても、ギヤートレインを介してアクチュエータに伝達するようにしても、チューブ外側におけるアクチュエータの占有空間が大きくなり、これがチューブポンプのコンパクト化の障害となるという問題がある。

【0007】

本発明の目的は、前記従来技術に示されたチューブポンプの持つ上記した問題点を解決したチューブポンプの提供にある。

したがって、本発明は、チューブを「ねじり」「ほどき」駆動するための新規なアクチュエータの採用、ならびに、このアクチュエータのチューブに対する新規な関連配置構成の提供により、この種チューブポンプを、更に構造簡単且つ低コストでしかもコンパクト化に適したものとして提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

以下、課題を解決するための手段を、その作用と共に記載する。

本発明は、吸入用弁手段と送出用弁手段とを接続した弾性体からなるチューブを、アクチュエータにより「ねじり」「ほどき」変形することでチューブの内容積を変化させ、当該チューブに吸入用弁手段を通じて流体を吸入ならびに送出用弁手段を通じて流体を送出させるようにしたチューブポンプの改良に関するものである。

【0009】

そして、本発明の請求項1記載のチューブポンプは、前記アクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねであってその長さ寸法変化がチューブに「ねじり」「ほどき」変形を生じさせるよう当該チューブの長手方向に離隔した両端部間の外周に螺旋状に巻回した紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極でもって構成したものである。

紐状ばねは、形状記憶合金製の素線（細線）を連続的に屈曲して全体として紐状に形成したもので、その屈曲部の形状変化の累積値でもって所要の伸縮量を得るようにしたものである。例えば、素線（細線）をコイル状に屈曲形成したもの、あるいは、波型に形成したもの等が用いられる。

【0010】

この場合、形状記憶合金製の紐状ばねは、電気絶縁性のシリコンゴム等の弾性体からなるチューブの長手方向に離隔した両端部間の外周に螺旋状に巻回され、その各端部を、それぞれ対応するチューブ端部または当該チューブ端部に結合した硬質部材（チューブより硬質の金属またはプラスチック等）の外周適所に連結されている。

【0011】

紐状ばねは、それを構成する形状記憶合金の変態温度（オーステナイト相とマルテンサイト相との間で相変化する温度域）を境とする相変化に応じて縮小・伸長する。変態温度は、形状記憶合金を組成比（普通はNiとCrの比率）の変更で調節できるので、本発明のチューブポンプの使用環境に適した変態温度に調節する。例えば、本発明のチューブポンプを、生体内に埋め込んでインシュリン等の薬剤を微量宛供給する生体内投薬ポンプとして使用する場合、紐状ばねを構成する形状記憶合金の変態温度は、ポンプの使用环境温度たる生体体温以上、生体に悪影響を与えない温度以下に調節する。

【0012】

形状記憶合金製の紐状ばねに電極を通じて通電・通電停止してこれを加熱・冷却（冷却は紐状ばねの温度が環境・チューブ内の流体およびチューブ外の環境に放出されることにより行われる）すると、紐状ばねは、縮小・伸長作動して、チューブを「ねじり」「ほどき」駆動（変形）させる。すなわち、紐状ばねが縮小する際には、この紐状ばねから、チューブの紐状ばね巻回部の両端部にこれを反対方向に捻ろうとする力（以下、単に「捻転力」という）が作用する。この「捻転力」は、螺旋状に巻回した紐状ばねに沿って作用する縮小力のチューブ外周方向分力に基づくものである。弾性体からなるチューブは、この「捻転力」によって「ねじり」作動（変形）する。また、紐状ばねが伸長する際には前記「捻転力」が減少し、「ねじり」作動（変形）していたチューブが、それ自身の復元力により「ほどき」駆動（変形）する。

【0013】

チューブは、「ねじり」状態の内容積に対し「もどき」状態の内容積が大きく、「ねじり」「ほどき」の内容積の差に応じて流体が吸入用弁手段を通じてチューブ内に流入ならびに送出用弁手段を通じてチューブ外に送出される。

【0014】

なお、吸入用弁手段と排出用弁手段は、チューブ内に通じる流体通路中にそれぞれ介装されている。

【0015】

このように構成した本発明の請求項1記載のチューブポンプは、チューブの「ねじり」「ほどき」用のアクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極で構成したものであるから、構造が簡単になり低コストで製作できるという効果がある。また、アク

チューブの本体部分たる形状記憶合金製の紐状ばねが、チューブに螺旋状に巻回配置されているので、チューブポンプのコンパクト化に著しい効果を持つものである。

【0016】

なお、本発明の請求項1記載のチューブポンプにおいて、チューブを所要の支持構造物に取り付ける場合には、前記「捻転力」によるチューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)を拘束しないよう、チューブの紐状ばね巻回域の両端部(チューブの長さ方向全域に螺旋状に巻回したものにあってはチューブの両端部)を相対的に回転自在なよう取り付けることはいうまでもないことであるが、この両端部を、互いにチューブ軸線方向に移動可能なよう取り付けるようにするのが、チューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)を効率的に実現する上で極めて好ましい。

【0017】

なぜなら、チューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)は、チューブの長さの縮小・伸長の変化を伴うため、上記両端部を互いにチューブ軸線方向に移動自在にしておくことが、チューブに軸線方向応力の発生を低下させることができるからである。また、チューブに螺旋状に巻回した紐状ばねの縮小・伸長作動は、チューブに作用する上述した「捻転力」を増加・減少させる他、チューブの紐状ばね巻回域の長さを縮めようとする圧縮力(以下、単に「圧縮力」という)を増加・減少させる(この「圧縮力」は、螺旋状に巻回した紐状ばねに沿って作用する縮小力のチューブ軸線方向分力に基づく)のであるが、上記両端部を互いにチューブ軸線方向に移動自在にしておくことで、この「圧縮力」の増加・減少を、チューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)に伴って生じるチューブの縮小・伸長を促進するよう機能させることができるからである。

【0018】

本発明の請求項2記載のチューブポンプは、上記した請求項1記載のチューブポンプにおいて、紐状ばねのチューブへの巻回域を特定したものである。ここでは、紐状ばねを、その一端をチューブの一端側に、他端をチューブの他端側に連結してチューブの長さ方向の略全域に連続的に螺旋状に巻回されている。

この場合、チューブの長さ方向の略全域の「ねじり」「ほどき」による内容積の変化をポンプ作用に利用できる。

【0019】

本発明の請求項3記載のチューブポンプは、上記した請求項2記載のチューブポンプにおいてチューブの支持構造を特定したものである。ここでは、チューブは、その一端側が軸受手段を介して支持枠に回転可能に支持され他端側が固定手段を介して支持枠に回転不能に支持されており、前記軸受手段は、チューブの一端側に同心的に結合した軸と、この軸を回転自在に支持する支持枠に配置された支承部をもって構成されている。

【0020】

チューブの一端部を回転自在に支承する軸受手段を構成する軸(チューブの一端側に結合)および支承部は、硬質部材(金属またはプラスチック等)で構成される。また、支持枠およびチューブの他端側を回転不能に支持枠に取り付ける固定手段もまた硬質部材で構成される。

【0021】

このように支持されたチューブは、その両端部の相対的な回転が可能となるので、前記「捻転力」による「ねじり」「ほどき」駆動(変形)が保証される。

【0022】

なお、軸受手段を、チューブの一端側の回転自在な支持機能に加えて、当該一端側をチューブ軸線方向に移動自在に支持する機能を持たせた場合には、前記「圧縮力」をチューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)を促進するよう機能させることができ、チューブの「ねじり」「ほどき」駆動(変形)を効率的に実現できることは、上述したとおりである。

【0023】

本発明の請求項4記載のチューブポンプは、上記請求項3記載のチューブポンプにおいて

支持棒の構造を特定したものである。ここでは、支持棒は、チューブを同心的に収容する筒状に構成されている。

【0024】

このような筒状の支持棒の採用は、支持棒のコンパクト化ひいては支持棒を含めた本発明のチューブポンプのコンパクト化に有利であり、しかもこの支持棒によって、チューブに螺旋状に巻回された紐状ばねを外部から保護できるという利点がある。

【0025】

本発明の請求項5記載のチューブポンプは、上記請求項3または4記載のチューブポンプにおいて、吸入用弁手段および送出用弁手段の配置構成を特定したものである。ここでは、軸受手段における軸が、これを回転自在に支持する支承部材を貫通し且つこの貫通部にチューブ内に通じる流体通路を具備しており、チューブの他端側を回転不能に支持する固定手段が、チューブ内に通じる流体通路を具備しており、吸入用弁手段および送出用弁手段が、これら各流体通路にそれぞれ介装されている。

【0026】

このような弁手段の配置構成の採用により、ポンプ作用時のチューブ内の流体の流れが一方方向（吸入用弁手段側から送出側弁手段側へ）に定めることができるので、チューブ内の流体循環効率、ひいてはポンプ効率を高めることができるという利点がある。

【0027】

本発明の請求項6記載のチューブポンプは、上記請求項1記載のチューブポンプにおいてチューブの支持構造、に紐状ばねの配置、ならびに吸入用弁手段および送出用弁手段の配置について特定したものである。ここでは、チューブは、その長さ方向中間点外側に紐状ばねの途中を止着する止着部が配置されており、紐状ばねが、その一端をチューブの一端側に連結され、そこから前記止着部まで連続的に螺旋状に巻回され、止着部に止着された後、チューブの他端側に向かって逆方向に連続的に螺旋状に巻回されてチューブの他端側に連結されている。また、チューブは、その一端側および他端側が、それぞれチューブ内に連通する流体通路を有する硬質部材を介して支持棒に取り付けられており、吸入用弁手段および流出用弁手段がこれら流体通路側にそれぞれ配置されている。

【0028】

チューブは、紐状ばねの巻回方向が互いに逆方向となる止着部を境にして、その「ねじり」「もどき」の方向が逆になる。この場合、チューブの一端側および他端側は、硬質部材を介して支持棒に取り付けられているが、チューブは、紐状ばねの伸縮作動より、これら取り付け部分（一端部および他端部）と、止着部を取り付けた部分とが相対的に「ねじり」「もどき」駆動（変形）させられる。

【0029】

このような構成を採用することにより、チューブの両端側に取り付けられた硬質部材を、回転不能なよう支持棒に取り付けることができるので、流体通路の外部への連結を簡単にできるという利点がある。

【0030】

この場合において、チューブの両端に取り付けた硬質部材のうち少なくとも一方の硬質部材を支持棒に対してチューブ軸心方向に移動自在なよう取り付けようにし、チューブの軸心方向の伸縮作動を拘束しないようにした場合には、前記「圧縮力」をチューブの「ねじり」「ほどき」駆動（変形）を促進するよう機能させることができ、チューブの「ねじり」「ほどき」駆動（変形）を効率的に実現できることは、上述したとおりである。

【0031】

本発明の請求項7記載のチューブポンプは、上記請求項6記載のチューブポンプにおいて支持棒の構造を特定したものである。ここでは、支持棒は、チューブを同心的に収容する筒状に構成されている。

【0032】

このような筒状の支持棒の採用は、支持棒のコンパクト化ひいては支持棒を含めた本発明のチューブポンプのコンパクト化に有利であり、しかもこの支持棒によって、チューブに

螺旋状に巻回された紐状ばねを外部から保護できるという利点がある。

【0033】

本発明の請求項8記載のチューブポンプは、上記した請求項1ないし7に示したチューブポンプとは異なるものである。すなわち請求項1ないし7に示したチューブポンプは、チューブの紐状ばね巻回域を「ねじり」「ほどき」駆動(変形)するものであるが、チューブの一端側に同心的に取り付けた軸を介してチューブを「ねじり」「ほどき」駆動(変形)させるものである。

【0034】

ここでは、弾性体からなるチューブは、その一端側が軸受手段を介して支持棒に回転可能に支持され他端側が固定手段を介して支持棒に回転不能に支持されており、前記軸受手段は、チューブの一端側に同心的に取り付けた軸と、この軸を回転自在に支持する支持棒に配置された支承部をもって構成し、更に、チューブを「ねじり」「ほどき」駆動(変形)するためのアクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねであってその長さ寸法変化がチューブに「ねじり」「ほどき」変形を生じさせるよう、一端を前記軸または当該軸近傍のチューブ部分に止着し、他端を支持棒に止着して、軸または当該軸近傍のチューブ一端部に螺旋状に巻回した紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極をもって構成している。

【0035】

この構成によれば、その一端側からチューブの一端側に同心的に取り付けた軸を介してチューブを「ねじり」「ほどき」駆動(変形)させることができる。

この場合においても、チューブの「ねじり」「ほどき」用のアクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極で構成したものであるから、構造が簡単になり低コストで製作できるという効果がある。また、アクチュエータの本体部分たる形状記憶合金製の紐状ばねが、チューブの一端部に同心的に取り付けた軸または当該軸近傍のチューブ一端部に螺旋状に巻回配置されているので、チューブポンプのコンパクト化に著しい効果を持つものである。

【0036】

本発明の請求項9記載のチューブポンプは、上記請求項8記載のチューブポンプにおいて支持棒の構造を特定したものである。ここでは、支持棒は、チューブを同心的に収容する筒状に構成されている。

【0037】

このような筒状の支持棒の採用は、支持棒のコンパクト化ひいては支持棒を含めた本発明のチューブポンプのコンパクト化に有利であり、しかもこの支持棒によって、チューブに螺旋状に巻回された紐状ばねを外部から保護できるという利点がある。

【0038】

本発明の請求項10記載のチューブポンプは、上記請求項8または請求項9記載のチューブポンプにおいて吸入用弁手段および送出用弁手段の配置構成を特定したものである。ここでは、軸受手段における軸が、これを回転自在に支持する支承部材を貫通し且つこの貫通部にチューブ内に通じる流体通路を具備しており、チューブの他端側を回転不能に支持する固定手段が、チューブ内に通じる流体通路を具備しており、吸入用弁手段および送出用弁手段が、これら各流体通路にそれぞれ介装されている。

【0039】

このような弁手段の配置構成の採用は、ポンプ作用時のチューブ内の流体の流れを一方方向(吸入用弁手段側から送出側弁手段側へ)とするので、チューブ内の流体循環を高めるという利点がある。

【0040】

【実施例】

以下に本発明の実施例を図に基づいて説明する。

本発明は、独立の請求項1およびこれと従属関係にある請求項2ないし7記載の発明に係

るチューブポンプと、独立の請求項8およびこれに従属する請求項9ないし10記載の発明に係るチューブポンプに大別される。図1〜3は前者の実施例を示しており、図4は後者の実施例を示している。まず、図1〜3に基づいて前者の実施例について説明する。

【0041】

図1において、1は、弾性体からなるチューブでありシリコンゴム等の電気絶縁性の柔軟な材料で作られている。チューブの一端部および他端部には、それぞれ硬質部材(チューブ1より硬質の金属またはプラスチック等)2および3が取り付けられている。この硬質部材2および3には、チューブ1内に通じる流体通路2aおよび3aがそれぞれ設けられている。チューブ1はその両端部を硬質部材2および3で閉塞され、その内部にポンプチャンバーAが形成されている。

【0042】

前記硬質部材2および3の流体通路2aおよび3aには、それぞれ排出用弁手段5および流出用弁手段4が介装されている。これら弁手段4、5をどちらの側に配置するかは任意である。

【0043】

チューブ1を「ねじり」「もどき」駆動(変形)することでその内容積(ポンプチャンバーAの容積)が変化し、当該チューブ1内(ポンプチャンバーA)に吸入用弁手段4を通じて流体を吸入ならびに当該チューブ1内(ポンプチャンバーA)から送出用弁手段5を通じて流体を送出するようになっている。

【0044】

6、6は、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねであり、例えば、形状記憶合金の素線(細線)をコイル状に屈曲形成したもの、あるいは、波型に屈曲形成したもの等が用いられる。7、7および8、8は、紐状ばね6、6の両端に配置された通電加熱用の電極である。紐状ばね6、6への通電および通電遮断は、電極7、7、8、8に接続された通電制御装置Cにより制御されるようになっている。通電制御装置Cは、紐状ばね6、6への通電・通電遮断サイクルを制御する機能を備えている。

【0045】

電極7、7、8、8を通じて通電制御装置Cから紐状ばね6、6に通電すると、紐状ばね6、6はそれ自身の発熱により加熱され、通電遮断すると紐状ばね6、6はそれが保有する熱を外部に放出して冷却される。そして、加熱状態温度と冷却状態温度との間に存在する形状記憶合金の変態温度(オーステナイト相とマルテンサイト相との間で相変化する温度域)を境として、紐状ばね6、6は、縮小・伸長しその長さ寸法が変化する。

【0046】

紐状ばね6、6および電極7、7、8、8は、前記チューブ1を「ねじり」「もどき」駆動(変形)させるアクチュエータを構成している。

【0047】

紐状ばね6、6のチューブ1に対する配置構成は、次のようになっている。

すなわち、紐状ばね6、6は、その長さ寸法変化が前記チューブ1を「ねじり」「もどき」駆動(変形)に転嫁されるよう、チューブ1の長手方向に離隔した両端部間の外周に螺旋状に巻回している。

【0048】

紐状ばね6、6は、一端をチューブ1の一端側に取り付けた前記硬質部材2の外周適所に固定され、他端をチューブ1の他端側に取り付けた前記硬質部材3の外周適所に固定されて、チューブ1の全域に渡って巻回されている。この例では、紐状ばね6、6のチューブ1に対する巻回角度は、180度となっている。

【0049】

また図示の例では、二条の紐状ばね6、6が用いられており、これら紐状ばね6、6が、それぞれチューブ円周方向に180度の位相差を持つようにしてチューブ1に同方向に螺旋状に巻回されている。そして、紐状ばね6、6への通電経路は、一方の紐状ばね6の他

端（硬質部材3への固定側）の電極7、一方の紐状ばね6、一方の紐状ばね6の一端（硬質部材2への固定側）の電極8、当該電極8と他方の紐状ばね6の一端（硬質部材2への固定側）の電極8を電氣的に接続する配線9、他方の紐状ばね6、他方の紐状ばね6の他端（硬質部材3への固定側）の順路で形成されている。すなわち、二条の紐状ばね6、6をチューブ1の一端側に取り付けられた硬質部材2側で電氣的に接続して直列構造とし、この直列構造の二条の紐状ばね6、6に、チューブ1の他端部側（硬質部材3側）から通電できるようになっている。

【0050】

このような二条の紐状ばね6、6の配置は、紐状ばね6、6の縮小・伸長時にチューブ1に曲げ力を作用させない利点がある。しかし、チューブ1を曲げようとする偏力が問題とならない場合には一条の紐状ばね6を用いても良い。また、三条以上の紐状ばね6、6…を、各紐状ばねがチューブ1の円周方向に等間隔を置いてチューブ1の外周に螺旋状に巻回し、これら紐状ばね6、6…の縮小・伸長時にチューブ1に曲げ力が作用しないようにしながら、紐状ばね6、6…によるチューブ1の「ねじり」力を高めるようにしても良い。

【0051】

また、二条の紐状ばね6、6への通電を、チューブ1の他端部側（硬質部材3側）から行うことができるようにした場合にあっては、当該他端部側（硬質部材3側）を適宜の取り付け対象物に固定する（この場合チューブ1の一端側…硬質部材2を取り付けた側は少なくとも回転自在であることが必要）ことで、通電制御装置Cへの結線が容易になるという利点がある。このような利点は、二条以上の偶数条の紐状ばね6、6…を、チューブ1の円周方向に等間隔を置いてチューブ1の外周に螺旋状に巻回して配置した場合において、これら紐状ばね6、6…を二条ごとに分け、各2条の紐状ばねを前記と同様に硬質部材2側で電氣的に接続した直列構造とし硬質部材3側から通電できるようにしても得られ、また、その通電制御装置Cへの接続ポイントが硬質部材3側になるよう全紐状ばねを直列接続するようにしても得られるものである。

【0052】

しかしながら、本発明は、紐状ばね6の数、および、紐状ばねへの通電経路をどのようにするかは問わないものである。

【0053】

以上のように構成した図1のチューブポンプにおいて、紐状ばね6、6に電極を通じて通電・通電停止してこれを加熱・冷却（冷却は紐状ばねの温度が環境…チューブ内の流体およびチューブ外の環境…に放出されることにより行われる）すると、紐状ばね6、6は、縮小・伸長作動して、チューブ1を「ねじり」「もどき」駆動（変形）させる。すなわち、紐状ばね6、6が縮小する際には、上述した「捻転力」が作用し、チューブ1はこの「捻転力」によって「ねじり」作動（変形）し、紐状ばね6、6が伸長する際には前記「捻転力」が減少し「ねじり」作動（変形）していたチューブが、それ自身の復元力により「ほどき」駆動（変形）する。

その結果、チューブ1内容積（ポンプチャンバーAの容積）が変動し、ポンプ作用が行われる。

【0054】

なお、図1のチューブポンプの支持構造物への取り付け構成は、下記のいずれかで行う。

ア）硬質部材2、3の流体通路2a、3aを可撓性のパイプで外部に接続し、これら可撓性のパイプを介して支持構造物に取り付ける。

イ）硬質部材2または3のいずれか一方をチューブ1軸心まわりで回転自在で且つチューブ1軸心方向に移動自在なよう支持構造物に取り付け、他方を支持構造物に固定（回転ならびに軸心方向移動不能）する。

ウ）硬質部材2または3のいずれか一方をチューブ1軸心方向に移動自在であるが回転不能に取り付け、他方を回転可能ではあるがチューブ軸心方向に移動不能に取り付ける。

エ）硬質部材2または3のいずれか一方を支持構造物に固定（回転ならびに軸心方向移動

不能)し、他方を回転自在ではあるがチューブ1軸心方向に移動不能に取り付ける。

【0055】

チューブポンプの支持構造物への取り付け構成が、上記ア)、イ)、ウ)の場合には、チューブ1の両端部は、相対的に回転自在で且つチューブ1軸心方向に移動自在となる。このような取り付け構成は、紐状ばね6、6の伸縮による前記「捻転力」および「圧縮力」を利用してチューブ1の「ねじり」「ほどき」駆動(変形)を効率的に実現することができる。

【0056】

また、チューブポンプの支持構造物への取り付け構成が、上記エ)の場合には、チューブ1の両端部は相対的な回転のみが可能であり、チューブ1軸心方向の移動は拘束される。このような取り付け構成は、紐状ばね6、6による前記「捻転力」により「ねじり」「もどき」駆動(変形)され前記「圧縮力」は利用されない。チューブ1の「ねじり」「ほどき」に伴うチューブ1の長さ変動は、チューブ1の長さ方向の弾性的な伸縮変形により吸収される。

【0057】

ここで、吸入用弁手段4と排出用弁手段5について付言しておく。これらの弁手段4、5は、一方への流れのみを許容する一方弁、あるいは、チューブ1の「ねじり」「もどき」作動(変形)に関連して開閉制御される開閉弁等を用いればよい。

また、正逆方向の流れ抵抗に差を持たせたいいわゆるディフューザを2個用いてもよい。この場合、吸入側弁手段4を、チューブ1内への流体の流入抵抗に対して流出抵抗が大きなディフューザとすると共に、送出用弁手段5をチューブ1からの流体の流出に対して流入抵抗の大きなディフューザとし、且つ、これら吸入用弁手段4を構成するディフューザと、送出用弁手段5を構成するディフューザとは、チューブ1の「ほどき」時にチューブ1内への流体流入量が前者が大きく、チューブの「ねじり」時にチューブ1外への流体流出量が後者が大きなものとして設定すればよい。吸入用弁手段4および流出用弁手段5にこのようなディフューザを採用するときは、これら弁手段が可動部のない単純なものになるので、故障が少ないという利点がある。

【0058】

以上の如く構成した図1のチューブポンプは、チューブ1の「ねじり」「ほどき」用のアクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するように形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばね6と、この紐状ばね6に通電加熱するための電極で構成したものであるから、構造が簡単になり低コストで製作できるという効果がある。

また、アクチュエータの本体部分たる形状記憶合金製の紐状ばね6が、チューブ1に螺旋状に巻回配置されているので、チューブポンプのコンパクト化に著しい効果を持つものである。

【0059】

以上説明した図1に示すチューブポンプは、本発明の請求項1記載の発明の基本的な構成を備えている。この基本的な構成は、本発明の請求項2～7に採用されている。但し、請求項5～7記載のチューブポンプの実施例たる図3のチューブポンプは、紐状ばね6、6のチューブへの巻回方法が上記した図1のものと一部異なっているが、図1に示すチューブポンプの基本的な構成はそこに内在している。

また、請求項2記載の発明は、紐状ばね6、6のチューブ1への巻回域をチューブ1の長さ方向の略全域とし、チューブの長さ方向の略全域の「ねじり」「ほどき」による内容積の変化をポンプ作用に利用できるようにしたものであり、図1でその実施例が示されている。

【0060】

したがって、図2～図3基について本発明の請求項3～7の実施例を説明するにあたり、図1に基づく上記の基本的な説明をそのまま援用し、重ねての説明は省略する。

【0061】

図2は、本発明の請求項3ないし5に係るチューブポンプの実施例を示している。図2に

において、10は、チューブ1の一端側および他端側を支持する支持枠である。チューブ1の一端側に取り付けられた硬質部材2には、チューブ1と同心的な軸11が形成され、この軸11は、前記支持枠10に取り付けた支承部10aにより回転自在に支承されている。軸11および支承部10aは、チューブ1の一端側を回転可能に支持する軸受手段12を構成している。図2ではチューブ1の一端側を回転自在に支持する軸受手段12は、当該チューブ1の一端側をチューブ1軸心方向に移動自在に支持するものとなっている。チューブ1の他端側に取り付けられた硬質部材3は前記支持枠9に回転不能に支持されている。図2の硬質部材3の支持枠9への固着連結部分が回転固定手段13を構成している。

【0062】

図2は、本発明の請求項3の実施例である。なお、チューブ1の一端側を回転自在に支持する軸受手段12は、チューブ1の一端部を回転自在に支持する機能を持つものであるが、当該チューブの一端側をチューブ1の軸線方向に移動自在に支持するものと、移動自在に支持しないもののいずれであっても良く、また、チューブ1の他端部を回転不能に支持する回転固定手段13は、チューブ1の他端側を回転不能に支持する機能を持つものであるが、当該チューブ1の他端側を、チューブ軸線方向に移動自在に支持するものと、移動不能に支持するもののいずれであっても良い。

【0063】

そして、これら軸受手段11および回転固定手段12を適宜組み合わせることで、チューブ1の両端部が、相対的に回転自在で且つチューブ1軸心方向に移動自在となるよう支持枠に取り付け、あるいは、相対的な回転のみが可能であるがチューブ1軸心方向の移動が拘束されるよう支持枠9に取り付けることが可能である。前者の取り付け構成と後者の取り付け構成の作用的な差異は、上記文番0054および0055に示した通りである。

【0064】

図2における支持枠9は、特に、チューブを同心的に収容する筒状に構成されている。このような構成は、支持枠9を含めた本発明のチューブポンプのコンパクト化に有利であり、しかもこの支持枠9によって、チューブ1に螺旋状に巻回された紐状ばねを外部から保護できるという利点がある。この構成は請求項4記載のチューブポンプに対応している。

【0065】

また、請求項5記載のチューブポンプは、上述の図2の構成に既に示されている。

【0066】

次に、図3に基づいて本発明の請求項6～7記載のチューブポンプの実施例を説明する。図3に示すチューブポンプにおいても、上述した基本的構成（図1に示し上述した請求項1の基本的構成）を備えているものであるから、この部分についての説明は省略する。図3において、チューブ1は、その長手方向中間点外側に、紐状ばね6、6の途中を止着する止着部14、14が配置されている。そして、紐状ばね6、6は、その一端をチューブ1の一端側（硬質部材2側）に連結され、そこから前記止着部まで連続的に螺旋状に巻回され、止着部14、14に止着された後、チューブの他端側に向かって逆方向に連続的に螺旋状に巻回されて、その他端をチューブの他端側（硬質部材3側）に連結されている。

【0067】

図3では、各紐状ばね6、6のチューブに対する巻回角度は、チューブ1の一端側と止着部13、13の間、および、止着部14、14とチューブ1の他端側の間が、それぞれ180度になっている。

【0068】

9はチューブ1の一端側と他端側とを支持する支持枠であり、この支持枠9は、チューブ1の両端側にそれぞれ取り付けられた硬質部材2および3を支持している。図示の例では、硬質部材3の支持枠9による支持が、これら両者を固定（回転不能、移動不能）してなされ、硬質部材2の支持枠の支持枠9による支持が、チューブ1軸線方向への両者の相対的な移動を可能とするものが採用されている。

このような支持構成を取るときは、紐状ばね6、6の伸縮による前記「捻転力」と「圧縮力」の双方を利用してチューブ1を効率的に「ねじり」「もどき」駆動(変形)できる。

【0069】

しかし、硬質部材2および3の双方を支持棒9に固定(回転不能、チューブ1軸心方向への移動不能)にするようにしても良い。この場合、紐状ばね6、6の伸縮による前記「捻転力」のみでチューブ1の「ねじり」「もどき」駆動(変形)がなされる。チューブ1の「ねじり」「もどき」駆動(変形)に伴うチューブ1の長さ変動は、チューブ1の長さ方向の弾性的な伸縮変形により吸収される。このようにすると、硬質部材2、3の各流体通路2a、3aの外部への連結を固定配管とすることができる。

【0070】

図3における支持棒9は、特に、チューブを同心的に収容する筒状に構成されている。このような構成は、支持棒9を含めた本発明のチューブポンプのコンパクト化に有利であり、しかもこの支持棒9によって、チューブ1に螺旋状に巻回されたコイルばね6、6を外側から保護できるという利点がある。この構成は請求項7記載のチューブポンプに対応している。

【0071】

以上、図1～図3に基づいて本発明の請求項1ないし請求項7記載のチューブポンプの実施例を説明した。次に、図4に基づいて独立の請求項8およびこれと従属関係にある請求項9ないし10記載の発明に係るチューブポンプの実施例を説明する。

【0072】

上記したように、請求項1ないし7に該当するチューブポンプは、チューブ1の紐状ばね6、6巻回域を「ねじり」「もどき」駆動(変形)するものであったが、この請求項8ないし10のチューブポンプは、チューブ1の一端側にチューブ1と同心的に取り付けられた軸を介してチューブ1を「ねじり」「もどき」駆動(変形)させるものである。

【0073】

図4において、チューブ1、このチューブ1の一端部および他端部に取り付けられた硬質部材2および3、ならびに、硬質部材2および3に形成された流体通路2aおよび3a、流体通路2aおよび3aに介装された吸入用弁手段4および5の配置構成は、上記した図1のそれと同一である。また、両端に通電用の電極7、8が取り付けられた形状記憶合金製の紐状ばね6も、それが巻回される箇所を除き、図1のそれと同一である。

図において、硬質部材2にはチューブ1と同心的に軸11が形成されており、この軸11は、支持棒10に取り付けた支承部10aで回転自在に支持されている。軸11および支承部10aは、チューブ1の一端側を回転自在に支持する軸受12を構成している。チューブ1の他端側に取り付けられた硬質部材3は、支持棒10に回転不能に固定されている。硬質部材3と支持棒10の固定部が固定手段13を構成している。

【0074】

紐状ばね6は、加熱・冷却による長さ寸法変化がチューブ1に「ねじり」「もどき」変形を生じさせるよう、一端を前記硬質部材2(軸11)に止着し、他端を支持棒10に止着して、硬質部材2(軸11)に螺旋状に巻回している。なお、この紐状ばね6は、硬質部材2(軸11)近傍のチューブ1の一端部に止着し、支持棒10に止着して、硬質部材2(軸11)近傍のチューブ外周に巻回しても良い。

【0075】

このように構成した本発明の請求項8のチューブポンプは、電極7、8を介して紐状ばね6に通電・通電停止することで、チューブ1をその一端側から硬質部材2(軸11)側から、「ねじり」「もどき」駆動(変形)できる。なお、紐状ばね6の一端に配置された電極8は、チューブ1の「ねじり」「もどき」駆動(変形)の際に、支持棒10に対して移動するので、これへの配線はルーズなものにしている。

【0076】

上記軸受12は、チューブ1の「ねじり」「もどき」駆動(変形)を拘束しないよう回転自在なものであるが、図示のものでは、チューブ1の「ねじり」「もどき」駆動(変形)

に応じて生じるチューブ1自身の長さ変動を拘束しないよう、支持部10aに対して軸11がチューブ1の軸心方向に移動自在なものが採用されている。

【0077】

この構成によれば、チューブ1の「ねじり」「ほどき」駆動（変形）用のアクチュエータを、形状記憶合金製の紐状ばね6と、この紐状ばね6に通電加熱するための電極7、8で構成したものであるから、構造が簡単になり低コストで製作できるという効果がある。また、アクチュエータの本体部分たる形状記憶合金製の紐状ばね6が、チューブの一端部に同心的に取り付けた軸または当該軸近傍のチューブ一端部に螺旋状に巻回配置されているので、チューブポンプのコンパクト化に著しい効果を持つものである。

【0078】

図4では、支持棒10は、チューブ1を同心的に収容する筒状に構成されている。この構成は、請求項9に該当するものであり、支持棒10を含めチューブポンプをコンパクトに製作できるものである。

【0079】

また、図4には、請求項10記載のチューブポンプが具現されている。

【0080】

【効果】

以上のように構成し作用する本発明のチューブポンプは、「チューブの「ねじり」「ほどき」用のアクチュエータを、加熱・冷却によりその長さ寸法が変化するよう形成した長尺な形状記憶合金製の紐状ばねと、この紐状ばねに通電加熱するための電極で構成したものであるから、構造が簡単になり低コストで製作できるという効果がある。また、アクチュエータの本体部分たる形状記憶合金製の紐状ばねが、チューブまたはチューブの一端部に螺旋状に巻回配置されているので、チューブポンプのコンパクト化に著しい効果を持つものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すチューブポンプの断面図である。

【図2】本発明の他の実施例を示すチューブポンプの断面図である。

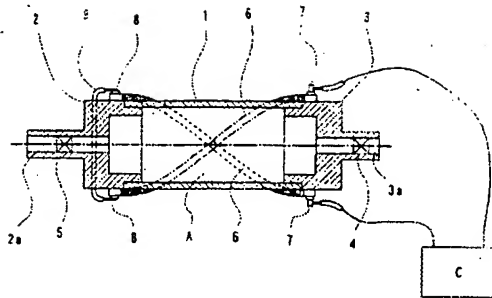
【図3】本発明の他の実施例を示すチューブポンプの断面図である。

【図4】本発明の他の実施例を示すチューブポンプの断面図である。

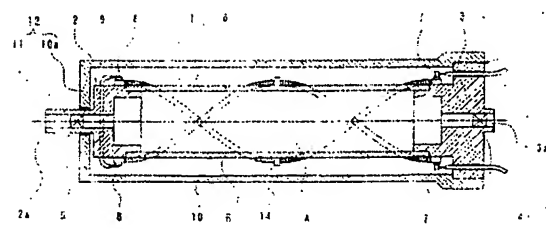
【符号の説明】

- 1 チューブ
- 2, 3 硬質部材
- 2a, 3a 流体通路
- A ポンプチャンバー
- 4 吸入用弁手段
- 5 流出用弁手段
- 6, 6 紐状ばね
- 7, 7 電極
- 8, 8 電極
- C 通電制御装置
- 9 配線
- 10 支持棒
- 10a 支承部
- 11 軸
- 12 軸受手段
- 13 回転固定手段
- 14, 14 止着部

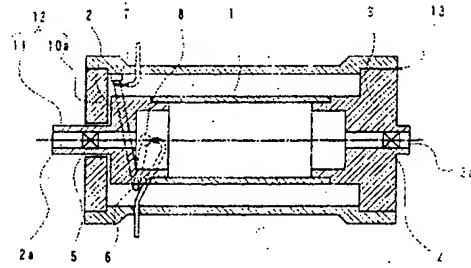
【図1】



【図3】



【図4】



【図2】

